



2064

XXI 158-1

Institut für Baustoffkunde und Materialprüfung  
der Technischen Hochschule Braunschweig



Theoretische Entwicklung von  
Drucktüren und Vorschläge von Prüfvorschriften

von

o.Professor Dr.-Ing. habil Th. Kristen

und Dr.-Ing. Westhoff

M ä r z 1 9 5 5

Zusammengestellt im Auftrage des Bundesministeriums  
für Wohnungsbau Az.: II - 6073 Nr. 38

DK 699,85 · 001.5  
: 355,58

# Abschlußbericht zum Forschungsauftrag II-6073 Nr.38

## T e i l 1

Inhaltsübersicht:	Seite
1. Allgemeines	1
2. Entwürfe zu Drucktüren	1
2.1 Druckklappe 60 x 80 cm	
2.11 Statische Berechnung für 100 t/m <sup>2</sup>	
2.12 Statische Berechnung für 150 t/m <sup>2</sup>	
2.2 Druck-Schiebetür 82,5 x 180 cm	10
2.3 Drucktür 82,5 x 180 cm	15
2.31 Statische Berechnung für 100 t/m <sup>2</sup>	
2.32 Statische Berechnung für 150 t/m <sup>2</sup>	
2.4 Drucktür 120 x 205 cm	23
2.41 Statische Berechnung für 100 t/m <sup>2</sup>	
2.42 Statische Berechnung für 150 t/m <sup>2</sup>	
2.5 zweiflügelige Drucktür 270 x 205 cm	31
3. Entwurf einer unterirdischen Versuchsstrecke zur Prüfung von Drucktüren	33
4. Zusammenfassung	38

## 1. Allgemeines

Zur Durchführung des Forschungsauftrages "Theoretische Entwicklung von Drucktüren" wurde im Juni 1954 eine Arbeitsgruppe gebildet, die aus den Herren Professor Dr.-Ing. Kristen, Dipl.-Ing. Ricklefs, Solingen-Ohligs und Oberbaurat Dr.-Ing. Scholle, Wilhelmshaven besteht. Diese Arbeitsgruppe begutachtete die dem Bundesministerium für Wohnungsbau vorgelegten Entwürfe von Drucktüren und veranlaßte ihre weitere Überarbeitung, bis die Entwicklung den im nachfolgenden Bericht aufgeführten Stand erreicht hatte.

Den im folgenden 2. Absatz dargestellten Druck-Abschlüssen sind überschlägliche "statische Berechnungen" der Hersteller beigelegt, wobei sich sowohl die Hersteller, als auch die Mitglieder der Arbeitsgruppe darüber klar sind, daß die Richtigkeit der Annahme einer statischen Belastung bei den in Wirklichkeit plötzlich einwirkenden Luftdruckstößen erst der Bestätigung durch praktische Explosionsversuche bedarf. Die statischen Berechnungen sind also zunächst lediglich als Überschlagsrechnung zur Bemessung der Drucktüren zu werten.

Die Erprobung der Druckabschlüsse durch Explosionsversuche erfordert eine ziemlich aufwendige Versuchsanlage; im 3. Absatz des vorliegenden Berichtes ist eine solche Versuchsanlage beschrieben, die in der Versuchsrube Tremonia in Dortmund ausgebaut werden könnte.

## 2. Entwürfe zu Drucktüren

### 2.1 Druckklappe 60 x 80 cm

Entwurf Mannesmann-Stahlblechbau SB-67-2

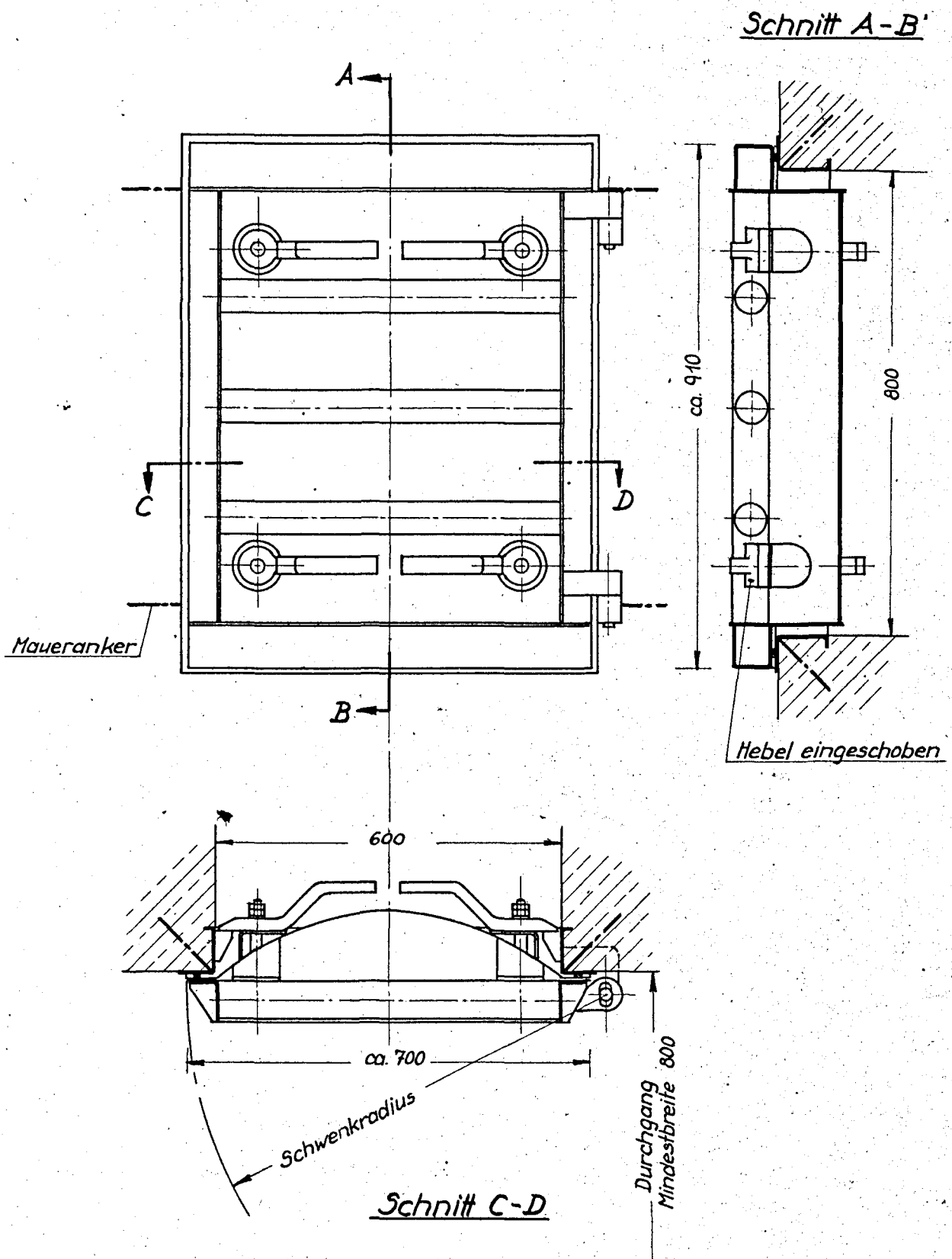
Solingen - Ohligs, Bahnstr. 10

Von der Firma Mannesmann-Stahlblechbau wurde der Entwurf einer Druckklappe 60 x 80 cm Fertiglichtmaß eingereicht, deren Konstruktion aus der folgenden Abb. 1 hervorgeht.

Die stählerne Druckklappe besteht aus Zarge und Blatt. Die wesentlichen Bestandteile des Blattes sind ein auf Zug beanspruchtes Tonnenblech, drei Rohre als Druckstreben und vier Kräftige Vorreiberverschlüsse, die von beiden Seiten bedient werden können.

Das Türblatt schlägt auf die Zarge; es ist an zwei Bändern so eingehängt, daß es bei geöffneten Verschlüssen von außen und von innen ausgehoben werden kann.

Die Bemessung der einzelnen Teile der Druckklappe richtet sich nach der Beanspruchung, wobei als Stahlbeanspruchung maximal  $2400 \text{ kg/cm}^2$  zugelassen sein sollen. Im folgenden sind überschlägliche statische Berechnungen beigelegt, denen einmal eine statische Beanspruchung von  $10 \text{ atü} = 100 \text{ t/m}^2$  und ein anderes Mal eine statische Beanspruchung von  $15 \text{ atü} = 150 \text{ t/m}^2$  zugrunde gelegt sind. Als Sog wurde bei beiden Überschlagsrechnungen  $1 \text{ atü} = 10 \text{ t/m}^2$  in die Rechnung eingesetzt.



Mannesmann-Stahlblechbau  
SB-67-2

# Statische Berechnung für druckfesten Abschluß

Lichtes Maß:

60 x 80 cm

Belastung:

100 t/m<sup>2</sup>

Der Abschluß wird aus Baustahl St 37 ... hergestellt.

Als Höchstbeanspruchung werden 2400 kg/cm<sup>2</sup> zugelassen.

Die Türleibung mit dem Zargenaufleger besteht aus Beton der Güteklasse B 450, in der Berechnung wird jedoch nur mit der für einen Beton der Güteklasse B 300 zulässigen Druckspannung  $\sigma_b \text{ zul} = 70 \text{ kg/cm}^2$  gerechnet.

Querschnitt:



Der Abschluß ist für einen in Pfeilrichtung wirkenden Druck von 10 atü = 100 000 kg/m<sup>2</sup> zu berechnen. Als Sog kommt nur 1/10 der Druckbelastung, nämlich 1 atü = 10 000 kg/m<sup>2</sup> in Frage.

## Überschlagsberechnung:

### 1) Berechnung der Türplatte

$$s \approx 750 \text{ mm}$$

$$h \approx 120 \text{ mm}$$

Zu berechnen sind  $r, c, \alpha, Z, D$

$$r \approx \frac{h}{2} + \frac{s^2}{8 \cdot h} = \frac{120}{2} + \frac{750^2}{8 \cdot 120} = 646 \text{ mm}$$

$$c = r - h = 646 - 120 = 526 \text{ mm}$$

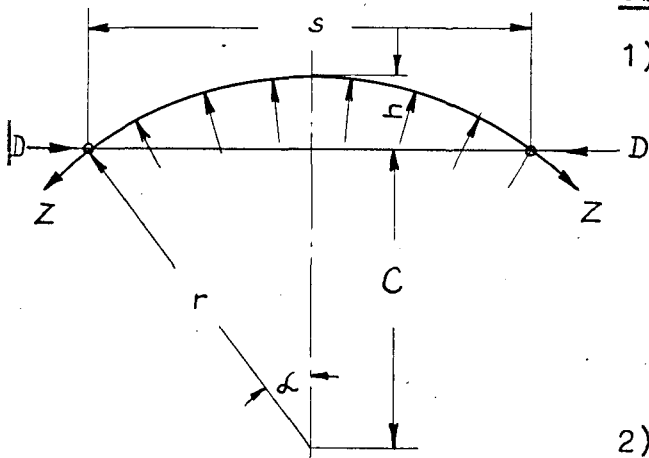
$$\cos \alpha = \frac{c}{r} = \frac{526}{646} = 0,814$$

### 2) Die gewölbte Platte wird durch Streben im Abstand von ca. 200 mm versteift Zugkraft

$$Z = p \cdot b \cdot r = 10 \cdot 20 \cdot 64,6 = 12920 \text{ kg}$$

### 3) Blechstärke des gewölbten Bleches

$$d = \frac{Z}{b \cdot \sigma_{\text{Str}}} = \frac{12900}{20 \cdot 2400} = 0,27 \text{ cm} \approx 3 \text{ mm}$$



4) Druckkraft

$$D = Z \cdot \cos \alpha = 1290 \cdot 0,824 = 10520 \text{ kg}$$

5) Druckstreben

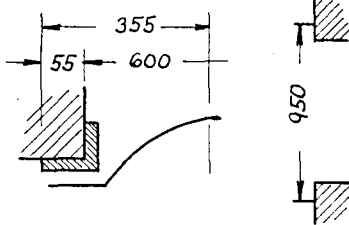
gewählt Rohr 60x3; St 35.29; DIN 2448

Knicklänge ca. 60 cm;  $F = 5,37 \text{ cm}^2$ ;

$i = 2,02 \text{ cm}$

$$\lambda = \frac{l}{i} = \frac{60}{2,02} = 30; \omega = 1,06$$

$$\sigma_{\omega} = \frac{1,06 \cdot 10520}{5,37} = 2080 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{\text{Str}}$$



6) Belastung der Zarge auf einer Seite

$$P \cong 35,5 \cdot 95 \cdot 10 = 33800 \text{ kg}$$

$$F = 5,5 \cdot 95 = 523 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_D = \frac{33800}{523} = 64,5 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_D \text{ zul}$$

7) Berechnung der Zuganker auf einer Seite

Belastung der Zuganker nur auf Sog

$$P_S = \frac{33800}{10} = 3380 \text{ kg}$$

Als Zuganker gewählt 2 Stck. L 40x40x4

mit  $F = 3,08 \text{ cm}^2$

$$\sigma_Z = \frac{3380}{2 \cdot 3,08} = 550 \text{ kg/cm}^2$$

8) Türverriegelung

Auf einer Seite 2 Hebel; Kraft pro Hebel

$$P_H = \frac{3380}{2} = 1690 \text{ kg}$$

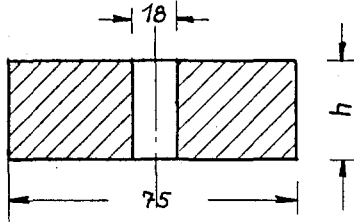
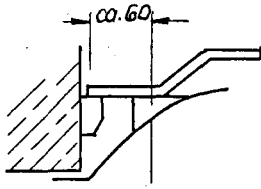
a) Hebelbolzen auf Zug

$$\sigma_Z = 1600 \text{ kg/cm}^2 \text{ für St 50.11 angenommen}$$

$$F = \frac{1690}{1600} = 1,055 \text{ cm}^2$$

hierfür  $d = 22 \text{ mm } \emptyset$  mit Gewinde M 16





b) Berechnung des Hebels

$$M_b = P_H \cdot l = 1690 \cdot 6 = 10140 \text{ cmkg}$$

$$\sigma_D \text{ zul angenommen } 2000 \text{ kg/cm}^2$$

$$W_{\text{erf}} = \frac{10140}{2000} = 5,07 \text{ cm}^3$$

$$h = \sqrt{\frac{6 \cdot 5,07}{5,7}} = 2,31 \text{ cm} \cong 25 \text{ mm}$$

Breite für Berechnung

75 mm

- 18 mm

57 mm

### Statische Berechnung für druckfesten Abschluß

Lichtes Maß:

60 x 80 cm

Belastung:

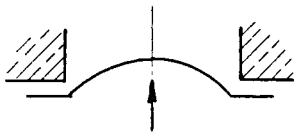
150 t/m<sup>2</sup>

Der Abschluß ist aus Baustahl St 37 ... hergestellt.

Als Höchstbeanspruchung werden 2400 kg/cm<sup>2</sup> zugelassen.

Die Türleibung mit dem Zargenaufleger besteht aus Beton der Güteklasse B 450, in der Berechnung wird jedoch nur mit der für einen Beton der Güteklasse B 300 zulässigen Druckspannung  $\sigma_b \text{ zul} = 70 \text{ kg/cm}^2$  gerechnet.

Querschnitt:



Der Abschluß ist für einen in Pfeilrichtung wirkenden Druck von 15 atü = 150 000 kg/m<sup>2</sup> zu berechnen. Als Sog kommt nur 1/15 der Druckbelastung, nämlich 1 atü = 10 000 kg/m<sup>2</sup> in Frage.

#### Überschlagsberechnung

##### 1) Berechnung der Türplatte

$$s \cong 750 \text{ mm}$$

$$h \cong 120 \text{ mm}$$

Zu berechnen sind  $r, c, \alpha, Z, D$

$$r \cong \frac{h}{2} + \frac{s^2}{8 \cdot h} = \frac{120}{2} + \frac{750^2}{8 \cdot 120} = 646 \text{ mm}$$

$$c = r - h = 646 - 120 = 526 \text{ mm}$$

$$\cos \alpha = \frac{c}{r} = \frac{526}{646} = 0,814$$

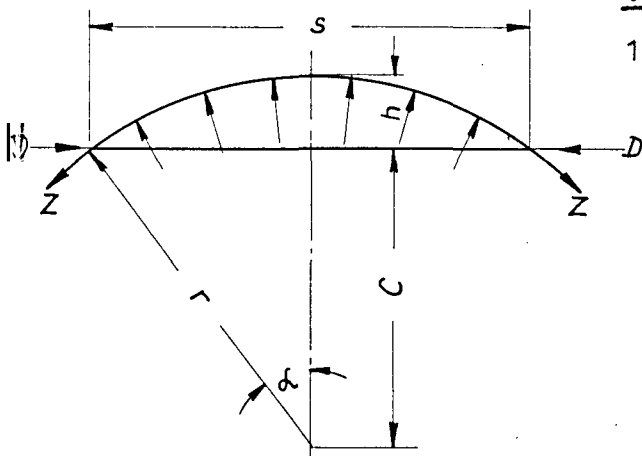
##### 2) Die gewölbte Platte wird durch Streben im Abstand von ca. 200 mm versteift.

Zugkraft

$$Z = p \cdot b \cdot r = 15 \cdot 20 \cdot 64,6 = 19380 \text{ kg}$$

##### 3) Blechstärke des gewölbten Bleches

$$d = \frac{Z}{b \cdot \sigma_{\text{Str}}} = \frac{19380}{20 \cdot 2400} = 0,403 \text{ cm} = 4,25 \text{ mm}$$



4) Druckkraft

$$D = Z \cdot \cos \alpha = 19380 \cdot 0,814 = 15780 \text{ kg}$$

5) Druckstreben

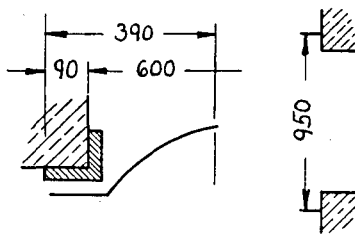
gewählt Rohr 60x4,5; St. 35.29; DIN 2448

Knicklänge ca. 60 cm,  $F = 7,85 \text{ cm}^2$ ,

$$i = 1,965 \text{ cm}$$

$$\lambda = \frac{60}{1,965} = 30 ; \quad \omega = 1,06$$

$$\sigma_{\omega} = \frac{1,06 \cdot 15780}{7,85} = 2130 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{\text{Str}}$$



6) Belastung der Zarge auf einer Seite

$$P \approx 39 \cdot 95 \cdot 15 = 55500 \text{ kg}$$

$$F = 9 \cdot 95 = 855 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_D = \frac{55500}{855} = 65,3 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_D \text{ zul}$$

7) Berechnung der Zuganker auf einer Seite

Belastung der Zuganker nur auf Sog

$$P_S = \frac{55500}{15} = 3700 \text{ kg}$$

Als Zuganker gewählt 2 Stck. L 40x40x4  
mit  $F = 3,08 \text{ cm}^2$

$$\sigma_Z = \frac{3700}{2 \cdot 3,08} = 600 \text{ kg/cm}^2$$

8) Türverriegelung

Auf einer Seite 2 Hebel, Kraft pro Hebel

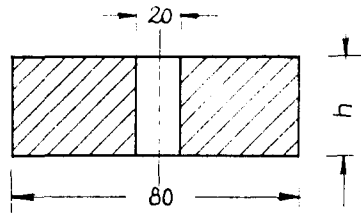
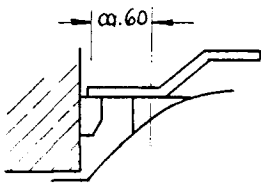
$$P_H = \frac{3700}{2} = 1850 \text{ kg}$$

a) Hebelbolzen auf Zug

$$\sigma_Z = 1600 \text{ kg/cm}^2 \text{ für St 50.11 angenommen}$$

$$F = \frac{1850}{1600} = 1,155 \text{ cm}^2$$

hierfür  $d = 22 \text{ mm } \varnothing$  mit Gewinde M 16



b) Berechnung des Hebels

$$M_b = F_H \cdot l = 1850 \cdot 6 = 11\,100 \text{ cmkg}$$

$$\sigma_b \text{ zul angenommen } 2000 \text{ kg/cm}^2$$

$$W_{\text{erf}} = \frac{11100}{2000} = 5,55 \text{ cm}^3$$

$$h = \sqrt{\frac{6 \cdot 5,55}{6}} = 2,36 \text{ cm} \approx 25 \text{ mm}$$

Breite für Berechnung

80 mm

- 20 mm

60 mm

## 2.2 Druck-Schiebetür 82,5 x 180 cm

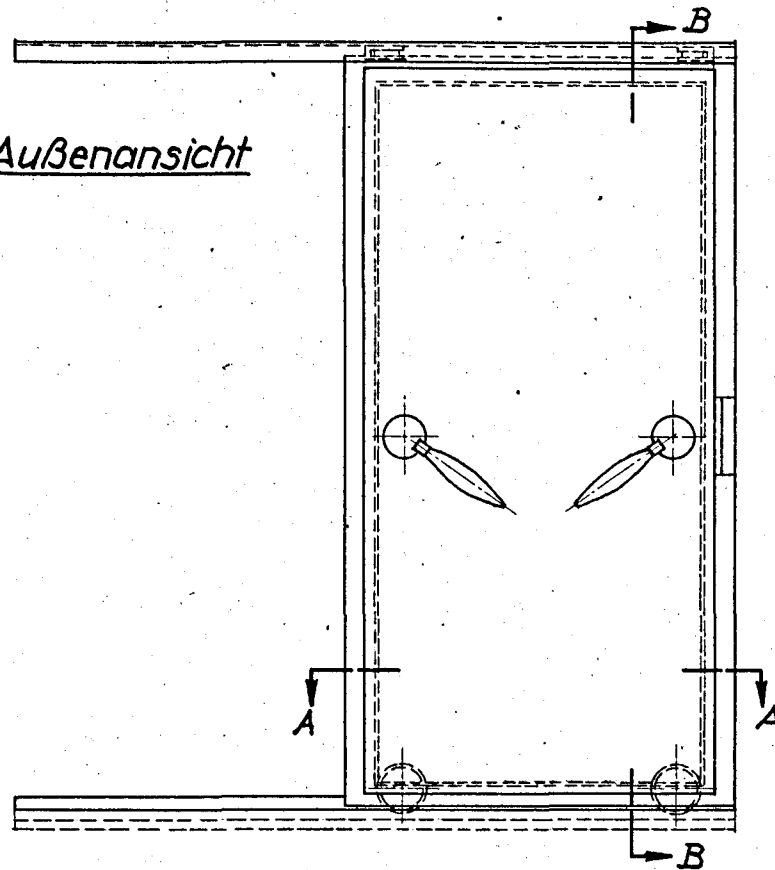
Entwurf Erich Menkhoff,

Dellwig, Ruhrstraße

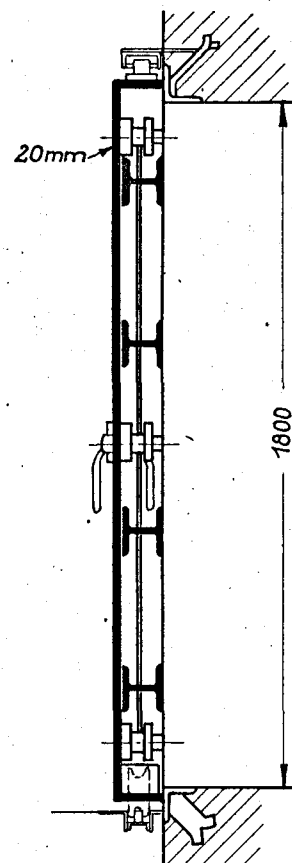
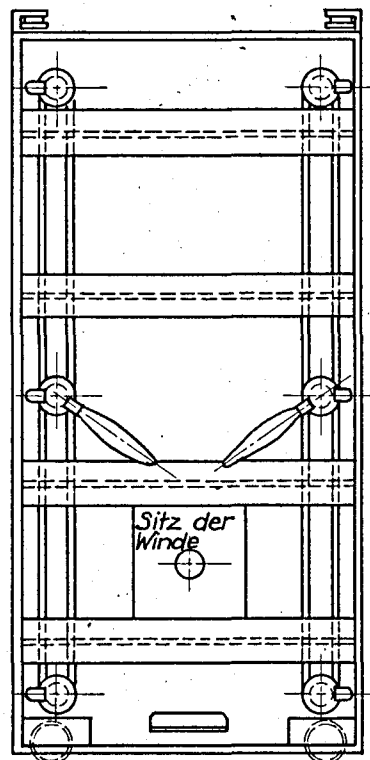
Herr Erich Menkhoff reichte den Entwurf einer Stahlschiebetür zum drucksicheren Verschuß einer lichten Öffnung 82,5 x 180 cm ein. Die Konstruktion dieser Tür geht aus Abb. 2 hervor; das Türblatt besteht im wesentlichen aus einem 20 mm dickem Stahlblech, das innen durch 4 Breitflanschträger I P 12 ausgesteift ist. Die Tür soll durch 6 Drehkeilverschlüsse gasdicht verschlossen werden, die mit Hilfe von 2 Handgriffen sowohl von außen, als auch von innen zu bedienen sind.

Je zwei Rollen an der unteren und an der oberen Kante des Türblattes werden durch Profilstähle so geführt, daß das Blatt schon beim Zuschieben der Tür dicht vor die Zarge gelangt. Die Rollen sind so angeordnet, daß das Türblatt notfalls ausgehoben werden kann; zum Ausheben des Blattes bei verschüttetem Eingang kann von den Schutzbauinsassen eine in das Türblatt eingebaute Winde benutzt werden.

Außenansicht

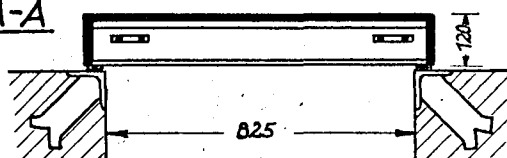


Türblatt -  
Innenansicht



Schnitt B-B

Schnitt A-A



Erich Menkhoff, Dellwig  
D 10

### Statische Berechnung für Druck-Schiebetür

Lichtes Maß : 82,5 x 180 cm  
Belastung : 100 t/m<sup>2</sup>

Der Abschluß wird aus Baustahl  
St 37.12 hergestellt.

Als Höchstbeanspruchung werden  
2400 kg/cm<sup>2</sup> zugelassen.

#### Überschlagsberechnung des Türblattes:

Die gesamte Tür wird durch 4 I P - Träger  
in fünf vierseitig eben gelagerte Platten  
aufgeteilt, wovon die mittlere die  
Breite b = 40 cm (36 cm im Lichten) und  
die Länge a = 90 cm (= Türbreite) hat.

Nach "Dubbel" (1941), S. 416 ist bei  
"rechteckig ebenen Platten"

$$\sigma_{zul} \geq \frac{1}{2} \varphi \frac{1}{1 + \frac{b^2}{a^2}} \cdot \frac{b^2}{s^2} \cdot p$$

worin p = Belastung in kg/cm<sup>2</sup>  
= 10 atü = 10 kg/cm<sup>2</sup>

$\varphi = 0,8$  bei fest eingespannter  
Platte bzw.

= 1,2 bei frei aufliegender  
Platte

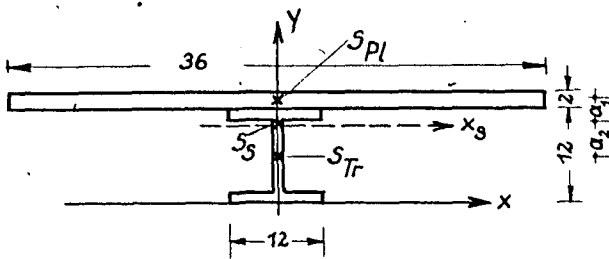
s = 2,0 cm Plattendicke

$$\sigma_{zul} \geq \frac{0,8}{2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{1600}{8100}} \cdot \frac{1600}{4} \cdot 10$$

$$\geq 4 \cdot \frac{1}{1,2} \cdot 400 = \underline{\underline{1335 \text{ kg/cm}^2}}$$

Auf den beiden mittleren aussteifenden  
I P - Trägern lasten je 46 · 90 · 10 =  
41 400 kg

$$M = \frac{41400 \cdot 90}{8} = 465\,000 \text{ cmkg}$$



Gewählt wird ein I P 12, der mit der aufgeschweißten Stahlplatte folgendes Widerstandsmoment  $W_x$  besitzt:

Mittragende Plattenbreite angenommen zu  $12 d + 2 b_s + b_o = 36 \text{ cm}$

Die auf der y-Achse liegenden Einzelschwerpunkte sind wie folgt bezeichnet:

$S_{Tr}$  = Schwerpunkt des Trägers

$S_{Pl}$  = Schwerpunkt der Platte

$S_S$  = Schwerpunkt des ganzen Systems

Gesamtschwerpunkt:

$$Y_S = \frac{F_1 \cdot Y_1 + F_2 \cdot Y_2}{F_1 + F_2} =$$

$$\frac{72 \cdot 13 + 34,3 \cdot 6}{72 + 34,3} = \frac{935 + 206}{106,3}$$

$$Y_S = 10,7 \text{ cm}$$

Trägheitsmoment:

Nach Steiner beträgt das Trägheitsmoment bezogen auf die durch den Systemschwerpunkt gehende x-Achse:

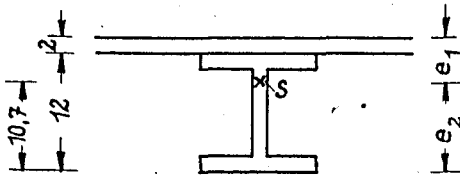
$$J_{x_S} = J_x + a^2 \cdot F ; a_1 = 10,7 - 6 = 4,7 \text{ cm} \\ a_2 = 13,0 - 10,7 = 2,3 \text{ cm}$$

$$J_{x_{Str}} = 864 + 4,7^2 \cdot 34,3 = 1622 \text{ cm}^4$$

$$J_{x_{SP1}} = \frac{36 \cdot 8}{12} + 2,3^2 \cdot 72 = 404 \text{ cm}^4$$

$$J_{x_S \text{ ges}} = 2026 \text{ cm}^4$$





$$W_1 = \frac{J}{e_1} ; \quad W_2 = \frac{J}{e_2} ;$$

$$\text{worin } e_1 = 14 - 10,7 = 3,3 \text{ cm}$$

$$e_2 = 10,7 \text{ cm}$$

$$W_1 = \frac{2026}{3,3} = 615 \text{ cm}^3$$

$$W_2 = \frac{2026}{10,7} = 190 \text{ cm}^3$$

$$\sigma_{\text{vorh}} = \frac{465000}{190} = 2440 \text{ kg/cm}^2 \cong \sigma_{\text{zul}}$$

Die zulässige Spannung von  $2400 \text{ kg/cm}^2$  ist geringfügig (um etwa 1,7%) überschritten.

### 2.3 Drucktür 82,5 x 180 cm

Entwurf Mannesmann-Stahlblechbau SB-68-2

Solingen-Ohligs, Bahnstraße 10

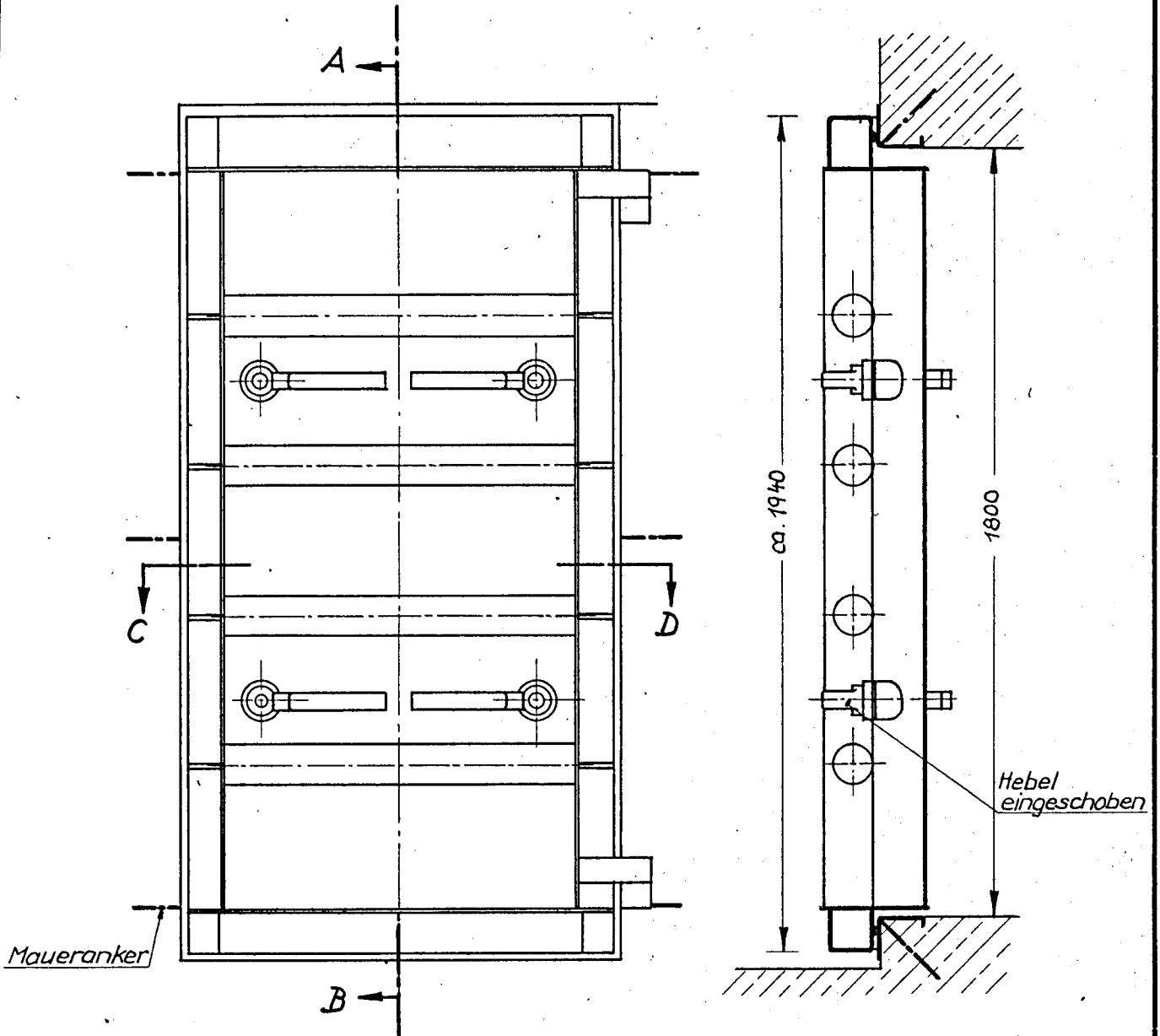
Von der Firma Mannesmann-Stahlblechbau wurde der Entwurf einer Drucktür 82,5 x 180 cm Fertiglichtmaß eingereicht, deren Konstruktion aus der folgenden Abb. 3 hervorgeht.

Die stählerne Drucktür besteht aus Zarge und Blatt. Die Konstruktionsidee ist bei dieser Tür die gleiche, wie bei der in Abb. 1 dargestellten Druckklappe: bei einem Luftdruckstoß wird ein Tonnenblech von ca. 4,5 mm Dicke auf Zug beansprucht, vier Stahlrohre wirken als Druckstreben. Vier einzeln zu handhabende schwere Vorreiber, die von beiden Seiten bedient werden können, sollen einen hinreichend sicheren und gasdichten Abschluß bewirken.

Das Türblatt schlägt auf die Zarge; es ist an zwei Bändern so eingehängt, daß es bei geöffneten Verschlüssen von außen und von innen ausgehoben werden kann.

Im folgenden sind überschlägliche statische Berechnungen zum Zwecke einer Bemessung der einzelnen Konstruktionsteile beigelegt, denen einmal (s. S. 17) eine statische Beanspruchung von  $10 \text{ atü} = 100 \text{ t/m}^2$  und ein anderes Mal (s. S. 20) eine statische Beanspruchung von  $15 \text{ atü} = 150 \text{ t/m}^2$  zugrunde gelegt sind. Als Sog ist bei beiden Überschlagsrechnungen  $1 \text{ atü} = 10 \text{ t/m}^2$  in die Rechnung eingesetzt.

Schnitt A-B



Schnitt C-D

Mannesmann-Stahlblechbau  
SB-68-2

Institut  
für Baustoffkunde  
und Materialprüfung  
T. H. Braunschweig

Drucktür für 10 atü  
Lichtmaß 82,5 × 180 cm

Abb. 3

### Statische Berechnung für eine Drucktüre

Lichtes Maß der Tür: 82,5 x 180 cm  
Belastung: 100 t/m<sup>2</sup>

Die Türe ist aus Baustahl St 37 ... hergestellt.

Als Höchstbeanspruchung werden 2400 kg/cm<sup>2</sup> zugelassen.

Die Türleibung mit dem Zargenaufleger besteht aus Beton der Güteklasse B 450, in der Berechnung wird jedoch nur mit der für einen Beton der Güteklasse B 300 zulässigen Druckspannung  $\sigma_b \text{ zul} = 70 \text{ kg/cm}^2$  gerechnet.

Querschnitt:



Die Tür ist für einen in Pfeilrichtung wirkenden Druck von 10 atü = 100 000 kg/m<sup>2</sup> zu berechnen. Als Sog kommt nur 1/10 der Druckbelastung, nämlich 1 atü = 10 000 kg/m<sup>2</sup> in Frage.

#### Überschlagsberechnung:

##### 1) Berechnung der Türplatte

$$s \approx 950 \text{ mm}$$

$$h \approx 120 \text{ mm}$$

Zu berechnen sind  $r, c, \alpha, Z, D$

$$r \approx \frac{h}{2} + \frac{s^2}{8 \cdot h} = \frac{120}{2} + \frac{950^2}{8 \cdot 120}$$

$$r = 60 + 940 = \underline{1000 \text{ mm}}$$

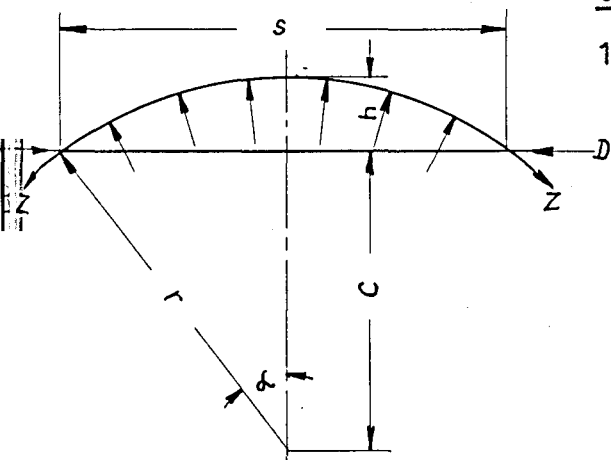
$$c = r - h = 1000 - 120 = 880 \text{ mm}$$

$$\cos \alpha = \frac{c}{r} = \frac{880}{1000} = 0,88$$

##### 2) Die gewölbte Platte wird durch Streben im Abstand von ca. 350 mm versteift.

Zugkraft

$$Z = p \cdot b \cdot r = 10 \cdot 35 \cdot 100 = \underline{35\,000 \text{ kg}}$$



3) Blechstärke des gewölbten Bleches

$$d = \frac{Z}{b \cdot \sigma_{\text{Str}}} = \frac{35\,000}{35 \cdot 2400} = 0,417 \text{ cm}$$

$$d \cong 4,25 \text{ mm}$$

4) Druckkraft

$$D = Z \cdot \cos \alpha = 35000 \cdot 0,88 = 30800 \text{ kg}$$

5) Druckstreben

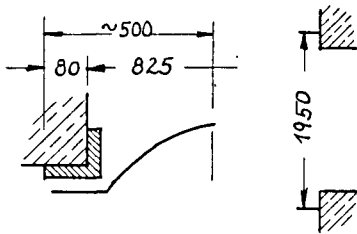
gewählt Rohr 95x5; St 35.29; DIN 2448

Knicklänge ca. 82,5 cm,  $F = 14,15 \text{ cm}^2$

$$i = 3,18 \text{ cm}$$

$$\lambda = \frac{l}{i} = \frac{82,5}{3,18} = 26 ; \quad \omega = 1,04$$

$$\sigma_{\omega} = \frac{1,04 \cdot 30800}{14,15} = 2265 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{\text{Str}}$$



6) Belastung der Zarge auf einer Seite

$$P \cong 50 \cdot 195 \cdot 10 = 97\,500 \text{ kg}$$

Auflagefläche 80. mm

$$F = 8 \cdot 195 = 1560 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_D = \frac{97500}{1560} = 62,5 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_D \text{ zul}$$

7) Berechnung der Zuganker auf einer Seite

Belastung der Zuganker nur durch Sog

$$P_S = \frac{97500}{10} = 9750 \text{ kg}$$

Als Zuganker gewählt 4 Stck. L40x40x4  
mit  $F = 3,08 \text{ cm}^2$

$$\sigma_Z = \frac{9750}{4 \cdot 3,08} = 792 \text{ kg/cm}^2$$

8) Türverriegelung

Auf einer Seite 2 Hebel; Kraft pro Hebel

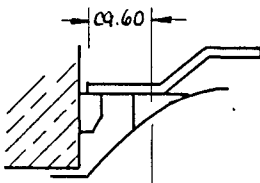
$$P_H = \frac{9750}{2} = 4875 \text{ kg}$$

a) Hebelbolzen auf Zug

$$\sigma_Z = 1600 \text{ kg/cm}^2 \text{ für St 50.11 angenommen}$$

$$F = \frac{4875}{1600} = 3,05 \text{ cm}^2$$

hierfür  $d = 30 \text{ mm } \varnothing$  mit Gewinde M 24



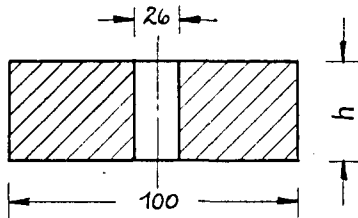
b) Berechnung des Hebels

$$M_b = P_H \cdot l = 4875 \cdot 6 = 29250 \text{ cmkg}$$

$$\sigma_b \text{ zul angenommen } 2000 \text{ kg/cm}^2$$

$$W_{\text{erf}} = \frac{29250}{2000} = 14,65 \text{ cm}^3$$

$$h = \sqrt{\frac{6 \cdot 14,65}{7,4}} = 3,45 \text{ cm} \cong 35 \text{ mm}$$



Breite für Berechnung

$$\begin{array}{r} 100 \text{ mm} \\ - 26 \text{ mm} \\ \hline 74 \text{ mm} \end{array}$$

### Statische Berechnung für eine Drucktüre

Lichtes Maß der Tür: 82,5 x 180 cm

Belastung: 150 t/m<sup>2</sup>

Die Türe ist aus Baustahl St 37 ... hergestellt.

Als Höchstbeanspruchung werden 2400 kg/cm<sup>2</sup> zugelassen.

Die Türleibung mit dem Zargenaufleger besteht aus Beton der Güteklasse B 450, in der Berechnung wird jedoch nur mit der für einen Beton der Güteklasse B 300 zulässigen Druckspannung  $\sigma_b \text{ zul} = 70 \text{ kg/cm}^2$  gerechnet.

Querschnitt:



Die Tür ist für einen in Pfeilrichtung wirkenden Druck von 15 atü = 150 000 kg/m<sup>2</sup> zu berechnen. Als Sog kommt nur 1/15 der Druckbelastung, nämlich 1 atü = 10 000 kg/m<sup>2</sup> in Frage.

#### Überschlagsberechnung:

##### 1) Berechnung der Türplatte

$$s \approx 950 \text{ mm}$$

$$h \approx 180 \text{ mm}$$

Zu berechnen sind  $r, c, \alpha, Z, D$

$$r \approx \frac{h}{2} + \frac{s^2}{8 \cdot h} = \frac{180}{2} + \frac{950^2}{8 \cdot 180} = 720 \text{ mm}$$

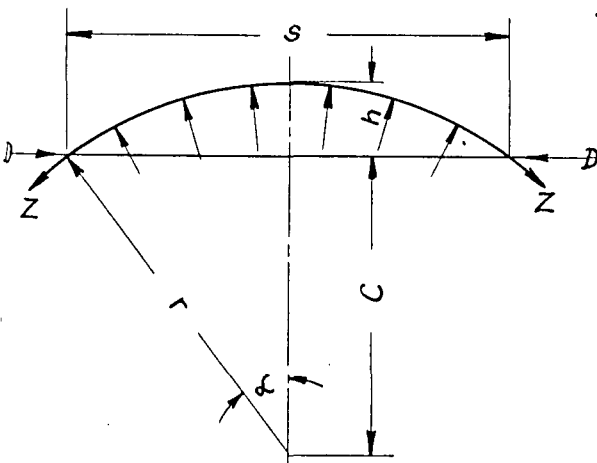
$$c = r - h = 720 - 180 = 540 \text{ mm}$$

$$\cos \alpha = \frac{c}{r} = \frac{540}{720} = 0,86$$

##### 2) Die gewölbte Platte wird durch Streben im Abstand von ca. 350 mm versteift.

Zugkraft

$$Z = p \cdot b \cdot r = 15 \cdot 35 \cdot 72 = \underline{37800 \text{ kg}}$$



3) Blechstärke des gewölbten Bleches

$$d = \frac{Z}{b \cdot \sigma_{Str}} = \frac{37800}{35 \cdot 2400} = 0,45 \text{ cm} = 4,5 \text{ mm}$$

4) Druckkraft

$$D = Z \cdot \cos \alpha = 37800 \cdot 0,86 = 32500 \text{ kg}$$

5) Druckstreben

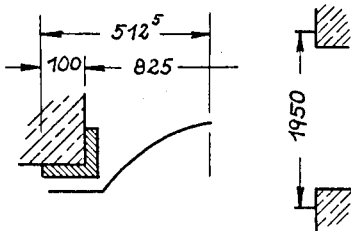
gewählt Rohr 95x5,5; St 35.29; DIN 2448

Knicklänge ca. 82,5 cm,  $F = 15,5 \text{ cm}^2$ ,

$i = 3,17 \text{ cm}$

$$\lambda = \frac{l}{i} = \frac{82,5}{3,17} = 26; \quad \omega = 1,06$$

$$\sigma_{\omega} = \frac{1,06 \cdot 32500}{15,5} = 2225 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{Str}$$



6) Belastung der Zarge auf einer Seite

$$P \approx 51,25 \cdot 195 \cdot 15 = 149\,600 \text{ kg}$$

Auflagefläche 100 mm

$$F = 10 \cdot 195 = 1950 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_D = \frac{149600}{1950} = 76,8 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{D \text{ zul}}$$

bei Auflagefläche 120 mm

$$P \approx 53,25 \cdot 195 \cdot 15 = 156000 \text{ kg}$$

$$F = 12 \cdot 195 = 2340 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_D = \frac{156000}{2340} = 66,6 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{D \text{ zul}}$$

7) Berechnung der Zuganker auf einer Seite

Belastung der Zuganker nur auf Sog

$$P_S = \frac{156000}{15} = 10400 \text{ kg}$$

Als Zuganker gewählt 5 Stck. L 40x40x4

mit  $F = 3,08 \text{ cm}^2$

$$\sigma_Z = \frac{10400}{5 \cdot 3,08} = 675 \text{ kg/cm}^2$$



# 8) Türverriegelung

Auf einer Seite 2 Hebel, Kraft pro Hebel

$$P_H = \frac{10400}{2} = 5200 \text{ kg}$$

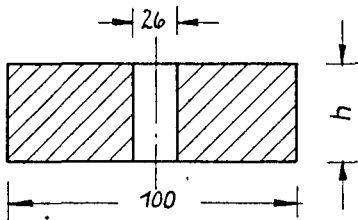
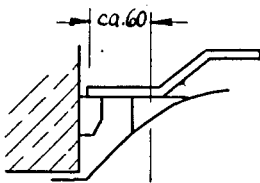
a) Hebelbolzen auf Zug

$$\sigma_Z = 1600 \text{ kg/cm}^2 \text{ für St 50.11 angenommen}$$

$$F = \frac{5200}{1600} = 3,25 \text{ cm}^2$$

hierfür  $d = 30 \text{ mm } \emptyset$  mit Gewinde

M 24 x 2



b) Berechnung des Hebels

$$M_b = P_H \cdot l = 5200 \cdot 6 = 31200 \text{ cmkg}$$

$$\sigma_b \text{ zul angenommen } 2000 \text{ kg/cm}^2$$

$$W_{\text{erf}} = \frac{31200}{2000} = 15,6 \text{ cm}^3$$

$$h = \sqrt{\frac{6 \times 15,6}{7,4}} = 3,56 \text{ cm}$$

$$h \approx 40 \text{ mm}$$

Breite für Berechnung

$$100 \text{ mm}$$

$$- \frac{26 \text{ mm}}{74 \text{ mm}}$$

$$74 \text{ mm}$$

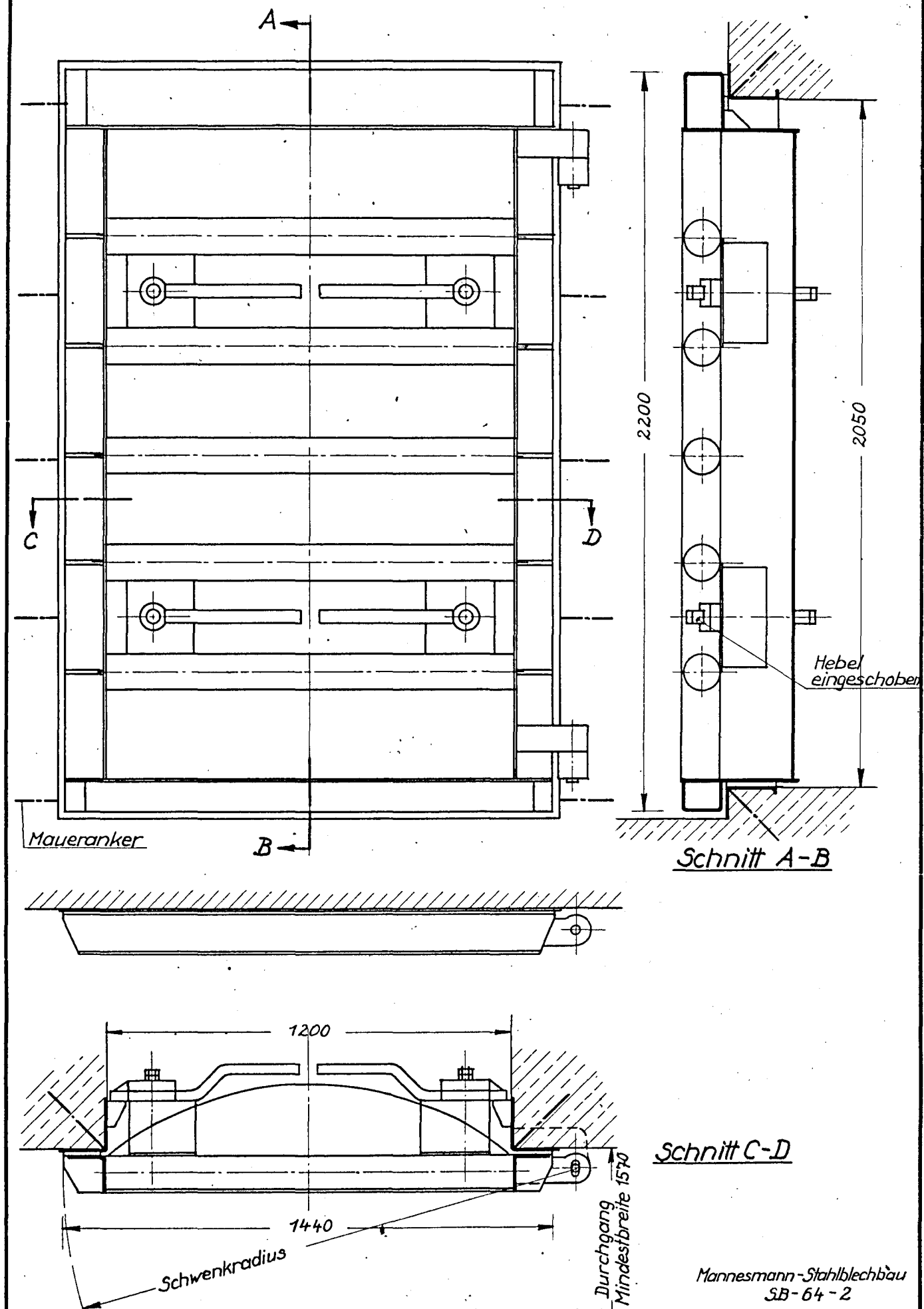
#### 2.4 Drucktür 120 x 205 cm

Entwurf Mannesmann-Stahlblechbau SB-64-2

Solingen-Ohligs, Bahnstraße 10

Der von der Firma Mannesmann-Stahlblechbau eingereichte Entwurf einer Drucktür 120 x 205 cm Fertiglichtmaß, deren Ausbildung aus Abb. 4 hervorgeht, entspricht in seiner Konstruktionsidee der unter 2.3 angeführten Drucktür: Ein Tonnenblech wird durch den Luftdruckstoß auf Zug beansprucht, das Blech ist an einen Rahmen aus L-Profilen angeschweißt und durch fünf als Druckstreben wirkende Stahlrohre ausgesteift. Vier einzeln zu handhabende Vorreiber, die von beiden Seiten der Tür bedient werden können, sollen einen hinreichend sicheren und gasdichten Abschluß bewirken. Das Türblatt schlägt auf die Zarge; es ist an zwei Bändern so eingehängt, daß es bei geöffneten Verschlüssen von außen und von innen ausgehoben werden kann.

Den im folgenden angeführten überschläglichen statischen Berechnungen ist einmal eine statische Beanspruchung von  $10 \text{ atü} = 100 \text{ t/m}^2$  (s. S. 25), ein anderes Mal (s. S. 28) eine statische Beanspruchung von  $15 \text{ atü} = 150 \text{ t/m}^2$  zugrunde gelegt. Bei beiden Überschlagsrechnungen wurde mit einem Sog von  $1 \text{ atü} = 10 \text{ t/m}^2$  gerechnet.



### Statische Berechnung für eine Drucktüre

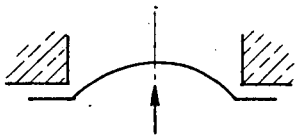
Lichtes Maß der Tür            120 x 205 cm  
Belastung                            100 t/m<sup>2</sup>

Die Türe ist aus Baustahl St 37 ...  
hergestellt.

Als Höchstbeanspruchung werden  
2400 kg/cm<sup>2</sup> zugelassen.

Die Türleibung mit dem Zargenaufleger  
besteht aus Beton der Güteklasse B 450,  
in der Berechnung wird jedoch nur mit  
der für einen Beton der Güteklasse B 300  
zulässigen Druckspannung  $\sigma_b \text{ zul} = 70$   
kg/cm<sup>2</sup> gerechnet.

Querschnitt:



Die Tür ist für einen in Pfeilrichtung  
wirkenden Druck von 10 atü = 100 000  
kg/m<sup>2</sup> zu berechnen. Als Sog kommt nur  
1/10 der Druckbelastung, nämlich 1 atü =  
10 000 kg/m<sup>2</sup> in Frage.

#### Überschlagsberechnung:

##### 1) Berechnung der Türplatte

$$h \approx 200 \text{ mm}$$

$$s \approx 1200 \text{ mm}$$

Zu berechnen sind  $r, c, \alpha, Z, D$

$$r \approx \frac{h}{2} + \frac{s^2}{8 \cdot h} = \frac{200}{2} + \frac{1200^2}{8 \cdot 200} =$$
$$100 + 900 = 1000 \text{ mm}$$

$$c = r - h = 1000 - 200 = 800 \text{ mm}$$

$$\cos \alpha = \frac{c}{r} = \frac{800}{1000} = 0,8$$

##### 2) Die gewölbte Platte wird durch Streben im Abstand von ca. 325 mm versteift.

Zugkraft

$$Z = p \cdot b \cdot r = 10 \cdot 32,5 \cdot 100 =$$
$$32\,500 \text{ kg}$$

3) Blechstärke des gewölbten Bleches

$$d = \frac{Z}{b \cdot \sigma_{\text{Str}}} = \frac{32500}{32,5 \cdot 2400} = 0,417 \text{ cm} \\ \cong 5 \text{ mm}$$

4) Druckkraft

$$D = Z \cdot \cos \alpha = 32500 \cdot 0,8 = 2600 \text{ kg}$$

5) Druckstreben

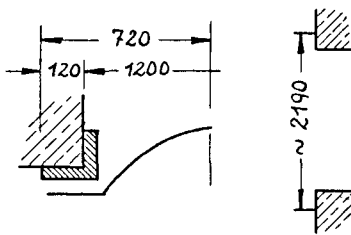
gewählt Rohr 108 x 4,5; St 35.29;  
DIN 2448

Knicklänge 120 cm;  $F = 14,6 \text{ cm}^2$ ;

$$i = 3,66 \text{ cm}$$

$$\lambda = \frac{120}{3,66} \cong 37; \quad \omega = 1,11$$

$$\sigma_{\omega} = \frac{1,11 \cdot 26000}{14,6} \cong 2000 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{\text{Str}}$$



6) Belastung der Zarge auf einer Seite

$$P \cong 72 \cdot 219 \cdot 10 = 158\,000 \text{ kg}$$

$$F = 12 \cdot 219 = 2630 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_D = \frac{158000}{2630} = 60 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_D \text{ zul}$$

7) Berechnung der Zuganker auf einer Seite

Belastung der Zuganker nur auf Sog

$$P_S = \frac{158000}{10} = 15800 \text{ kg}$$

Als Zuganker gewählt 5 Stck. L 40x40x5  
mit  $F = 3,79 \text{ cm}^2$

$$\sigma_Z = \frac{15800}{5 \cdot 3,79} = 835 \text{ kg/cm}^2$$

### 8) Türverriegelung

Auf einer Seite 2 Hebel, Kraft pro Hebel

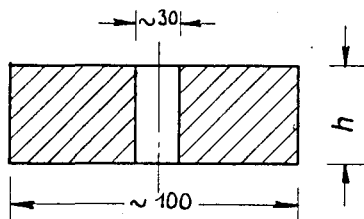
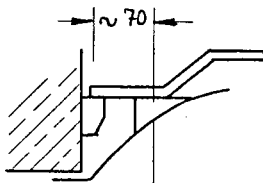
$$P_H = \frac{15800}{2} = 7900 \text{ kg}$$

#### a) Hebelbolzen auf Zug

$$\sigma_Z = 1600 \text{ kg/cm}^2 \text{ für St 50.11 angenommen}$$

$$F = \frac{7900}{1600} = 4,95 \text{ cm}^2$$

hierfür  $d = 40 \text{ mm } \emptyset$  mit Gewinde M 30



#### b) Berechnung des Hebels

$$M_b = P \cdot l = 7900 \cdot 7 = 55250 \text{ cmkg}$$

$$\sigma_b \text{ zul angenommen } 2000 \text{ kg/cm}$$

$$W_{\text{erf}} = \frac{55250}{2000} = 27,7 \text{ cm}^3$$

$$h = \sqrt{\frac{6 \cdot 27,7}{7}} = 4,9 \approx 5 \text{ cm} = 50 \text{ mm}$$

Breite für Berechnung

100 mm

- 30 mm

70 mm

### Statische Berechnung für eine Drucktüre

Lichtes Maß der Tür: 120 x 205 cm

Belastung: 150 t/m<sup>2</sup>

Entwurf: Mannesmann-Stahlblechbau, Solingen

Die Türe ist aus Baustahl St 37 ...  
hergestellt.

Als Höchstbeanspruchung werden  
2400 kg/cm<sup>2</sup> zugelassen.

Die Türleibung mit dem Zargenaufleger  
besteht aus Beton der Güteklasse B 450,  
in der Berechnung wird jedoch nur mit  
der für einen Beton der Güteklasse B 300  
zulässigen Druckspannung  $\sigma_b \text{ zul} = 70$   
kg/cm<sup>2</sup> gerechnet.

Querschnitt:



Die Tür ist für einen in Pfeilrichtung  
wirkenden Druck von 15 atü = 150 000  
kg/m<sup>2</sup> zu berechnen. Als Sog kommt nur  
1/15 der Druckbelastung, nämlich 1 atü =  
10 000 kg/m<sup>2</sup> in Frage.

### Überschlagsberechnung:

#### 1) Berechnung der Türplatte

$$h \approx 200 \text{ mm}$$

$$s \approx 1200 \text{ mm}$$

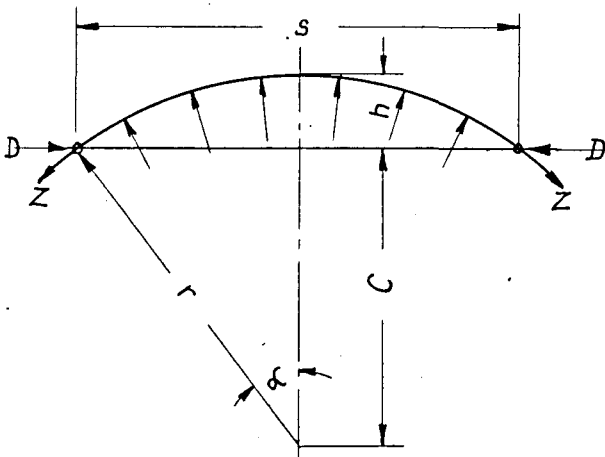
Zu berechnen sind  $r, c, \alpha, Z, D$

$$r \approx \frac{h}{2} + \frac{s^2}{8h} = \frac{200}{2} + \frac{1200^2}{8 \cdot 200}$$

$$= 100 + 900 = \underline{1000 \text{ mm}}$$

$$c = r - h = 1000 - 200 = \underline{800 \text{ mm}}$$

$$\cos \alpha = \frac{800}{1000} = 0,8$$



- 2) Die gewölbte Platte wird durch Streben im Abstände von 325 mm versteift  
 Zugkraft  $Z = p \cdot b \cdot r = 15,32,5 \cdot 100$   
 $= \underline{48700 \text{ kg}}$

- 3) Blechstärke des gewölbten Bleches

$$d = \frac{Z}{b \cdot \sigma_{\text{Str}}} = \frac{48700}{32,5 \cdot 2400} = 0,62 \text{ cm} \approx 6,5 \text{ mm}$$

- 4) Druckkraft

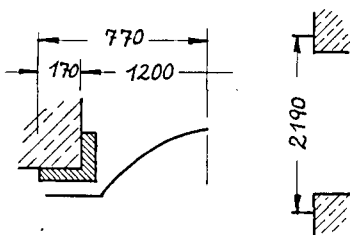
$$D = Z \cdot \cos \alpha = 48700 \cdot 0,8 = 39000 \text{ kg}$$

- 5) Druckstreben

gewählt Rohr 108x6, St 35.29; DIN 2448  
 Knicklänge 120 cm;  $F = 19,2 \text{ cm}^2$ ;  $i = 3,61$

$$\lambda = \frac{120}{3,61} = 34; \omega = 1,1$$

$$\sigma_{\omega} = \frac{1,1 \cdot 39000}{19,2} = 2240 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{\text{Str}}$$



- 6) Belastung der Zarge auf einer Seite

$$P \approx 77 \cdot 219 \cdot 15 = 253 \text{ 000 kg}$$

$$F = 17 \cdot 219 = 3720 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_D = \frac{253000}{3720} = 68 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_D \text{ zul.}$$

- 7) Berechnung der Zuganker auf einer Seite  
 Belastung der Zuganker nur auf Sog

$$P_S = \frac{253000}{15} = 16850 \text{ kg}$$

Als Zuganker gewählt 5 Stck. L 40x40x6  
 mit  $F = 4,48 \text{ cm}^2$

$$\sigma_Z = \frac{16850}{5 \cdot 4,48} = 750 \text{ kg/cm}^2$$

- 8) Türverriegelung

Auf einer Seite 2 Hebel, Kraft pro Hebel

$$P_H = \frac{16850}{2} = 8425 \text{ kg}$$

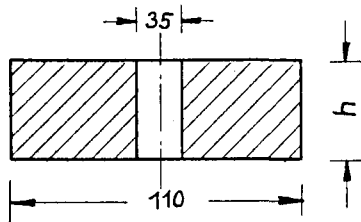
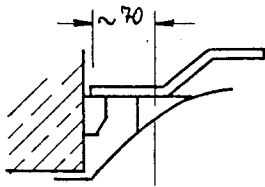
a) Hebelbolzen auf Zug

$$\sigma_Z = 1600 \text{ kg/cm}^2 \text{ für St 50.11 angenommen}$$

$$F = \frac{8425}{1600} = 5,27 \text{ cm}^2$$



hierfür  $d = 45 \text{ mm } \varnothing$  mit Gewinde M 36



b) Berechnung des Hebels

$$M_b = P \cdot l = 8425.7 = 59\,000 \text{ cmkg}$$

$\sigma_b$  zul angenommen  $2000 \text{ kg/cm}^2$

$$W_{\text{erf}} = \frac{59000}{2000} = 29.5 \text{ cm}^3$$

b angenommen 110 mm

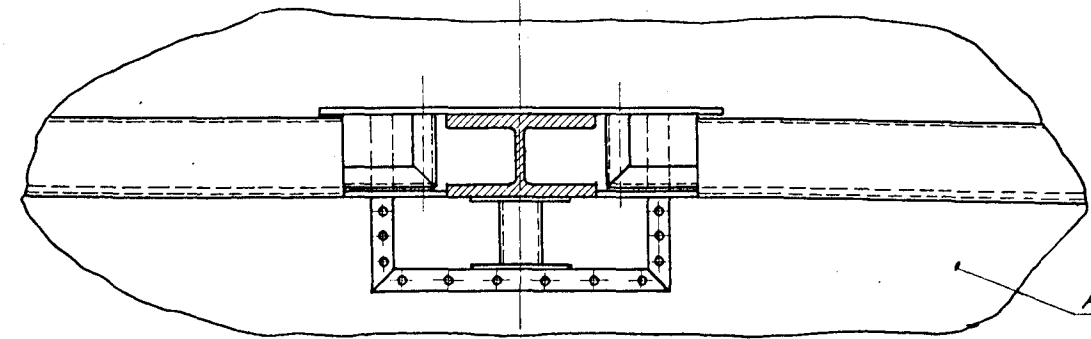
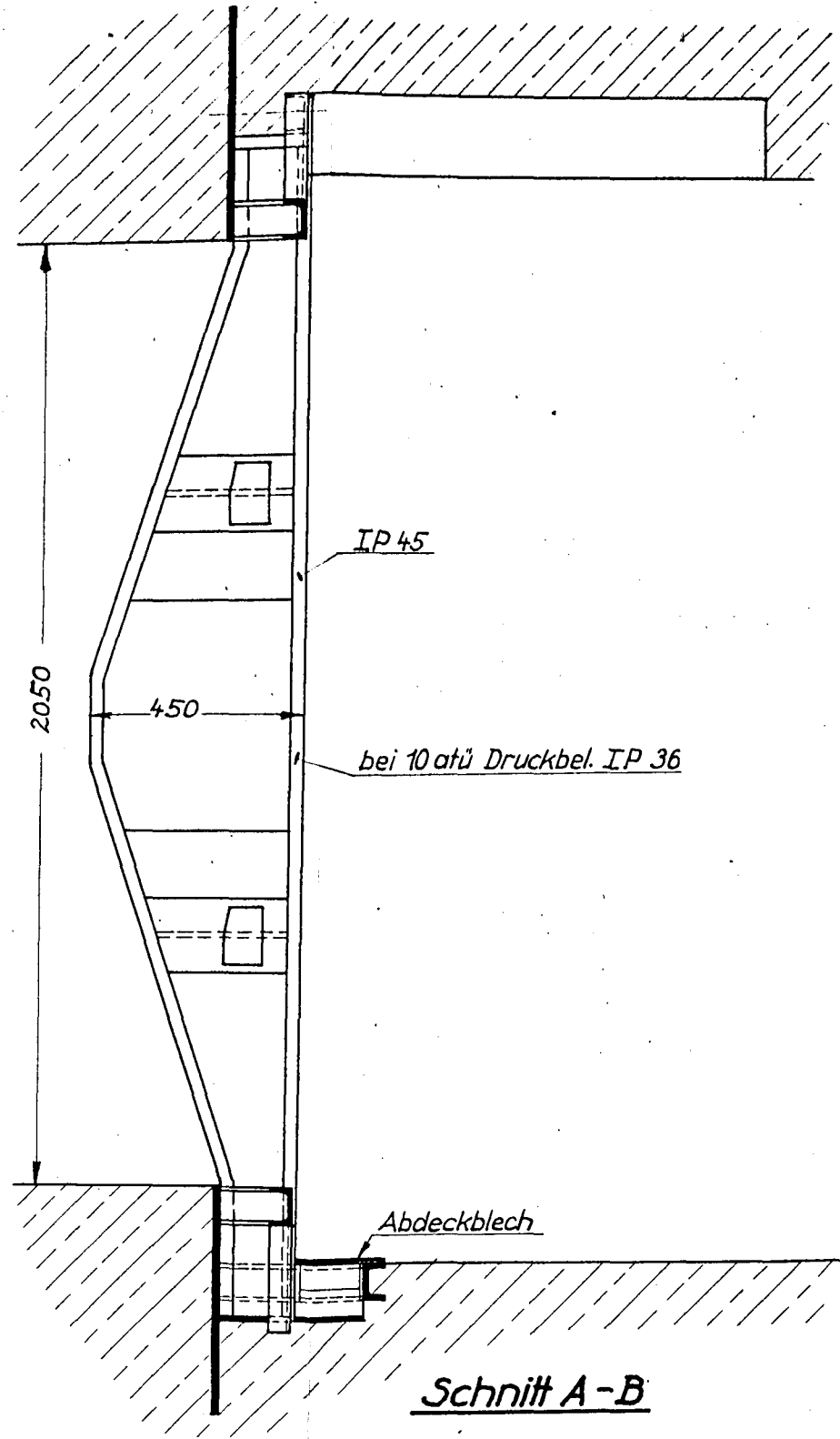
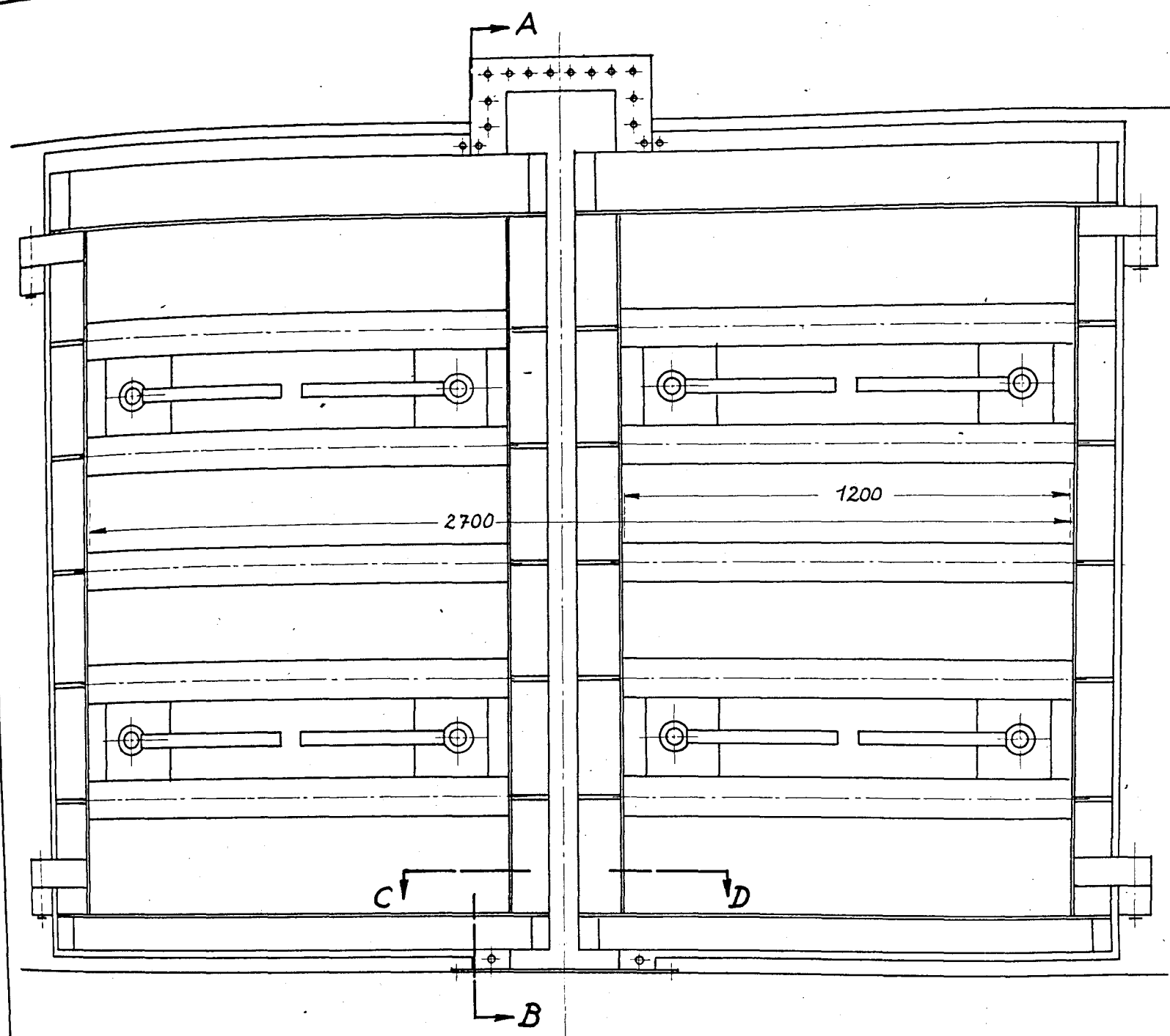
$$- \frac{35 \text{ mm}}{75 \text{ mm}}$$

$$h = \sqrt{\frac{6 \cdot 29.5}{7.5}} = 4.9 \text{ cm} \approx 50 \text{ mm}$$

2.5 Zweiflügelige Drucktür 270 x 205 cm  
Entwurf Mannesmann-Stahlblechbau SB-65-1  
Solingen-Ohligs, Bahnstraße 10

Sind größere Türöffnungen durch eine Drucktür abzuschließen, so werden die Türblätter einfacher Flügeltüren sehr schwer und unhandlich. Die Firma Mannesmann-Stahlblechbau legt daher als Musterentwurf die Zeichnung einer Doppeltür vor, die aus zwei normalen, einflügeligen Drucktüren besteht. Die beiden Drucktüren schlagen auf einen gemeinsamen Mittelpfosten, der bei friedensmäßiger Nutzung des Schutzraumes herausgenommen und im Einsatzfalle schnell eingebaut werden kann. Die Größe der einflügeligen Drucktüren richtet sich nach der zu verschließenden Öffnung; als größte Türöffnung kann eine lichte Weite von 270 x 205 cm unter Verwendung von zwei Drucktüren 120 x 205 cm nach Ziffer 2.4 dieses Berichtes (s. S. 23) verschlossen werden. Der herausnehmbare Mittelpfosten ist nach der Größe der erwarteten Druckstoßbelastung bemessen; wie aus Abb. 5 hervorgeht, ist vom Einsender bei 10 atü Druckbelastung ein Walzprofil IP 36, bei 15 atü Druckbelastung ein IP 45 vorgesehen.

Die Türblätter sind so eingehängt, daß sie bei geöffneten Verschlüssen notfalls ausgehoben werden können.



Schnitt C-D

Schnitt A-B

Mannesmann-Stahlblechbau  
SB - 65 - 1

Institut  
für Baustoffkunde  
und Materialprüfung  
T. H. Braunschweig

Doppeltür für 15 atü  
mit herausnehmbarem Mittelposten

Abb. 5

### 3. Entwurf einer unterirdischen Versuchsstrecke zur Prüfung von Drucktüren

Wie schon eingangs hervorgehoben, bedürfen die auf Grund konstruktiver Überlegungen und unter der Annahme statischer Ersatzlasten bemessenen Drucktüren-Entwürfe unbedingt einer praktischen Erprobung. Zur Diskussion von Einzelheiten der dazu erforderlichen Versuchsanlage und eines Versuchsprogramms berief das Bundesministerium für Wohnungsbau am 8. Oktober 1954 einen besonderen Arbeitskreis "Sprengversuche" zu einer ersten Sitzung im Sitzungszimmer der Versuchsgrube "Tremonia" in Dortmund, Tremoniastr. ein.

#### 3.1 Anforderungen an die Versuchsanlage

Nach Vortrag von Herrn Professor Dr.-Ing. Schardin, Universität Freiburg/Br. setzt die Luftstoßwelle, denen Drucktüren standhalten sollen, plötzlich ein; die Zeitdauer des Druckes hängt von der Bombengröße und von der Entfernung der Meßstelle vom Explosionsort ab: je größer die Entfernung, desto länger die Druckwirkung. Bei den in Hiroshima und Nagasaki zum Einsatz gekommenen sog. "X-Bomben" hielt der Druck bei den folgenden Entfernungen vom Bodennullpunkt etwa an:

in 0,5 km Entfernung	0,4 Sekunden
1 km Entfernung	0,7 Sekunden
3 km Entfernung	1,0 Sekunden

Verglichen mit der Wirkung einer detonierenden Ladung von 1 t Trinitrotoluol (TNT) ist etwa mit folgenden Zeiten zu rechnen:

1 t TNT	1/1000 Sekunde
X-Bombe = 20000 t TNT	1 Sekunde
H-Bombe	
= 1000x = 20 Mill.t TNT	10 Sekunden

Die Versuchsanordnung sollte so angelegt werden, daß Druckstöße bis zu 10 Sekunden Dauer (entsprechend der Druckwirkung einer 1000x-Bombe in größerer Entfernung) auf die

Versuchsobjekte einwirken können. Bei einer solchen Druckdauer von etwa 10 Sekunden ist die Belastung schon als "quasistatisch" zu bezeichnen; über das Verhalten von Bauteilen und -konstruktionen bei dieser Belastung liegen bisher noch keinerlei Erfahrungen vor.

Die Größe des Druckes hängt von der Größe der Bombe, von ihrer Detonationshöhe und von der Entfernung des Versuchsobjektes vom Boden-Nullpunkt ab. Für jede Bombengröße gibt es eine optimale Detonationshöhe, bei der am Boden ein Maximum an Schäden verursacht wird. Eine in "optimaler Höhe" gezündete Kernreaktionsbombe erzeugt in der Nähe des Boden-Nullpunktes einen Druckstoß von 3,5 atü. Wie eine deutsche Studienkommission in Amerika erfuhr, rechnet man dort damit, daß diese Bomben nicht immer in optimaler Höhe, sondern in besonderen Fällen vielleicht in 1/3 der optimalen Höhe zur Detonation gebracht werden. Bei dieser Einsatzart werden in der Nähe des Boden-Nullpunktes wesentlich höhere Drücke auftreten, etwa in der Größenordnung von 10 atü (entsprechend 1000 t/m<sup>2</sup>!), die jedoch mit wachsender Entfernung vom Nach'schen Punkt rasch abklingt. Der Arbeitskreis vertritt die Meinung, daß unter diesen Umständen durch wirtschaftlich vertretbare bauliche Maßnahmen kein absoluter Schutz möglich ist.

Um die Wirkung von Atombomben-Druckstößen nach Möglichkeit nachzuahmen, soll eine Anlage geschaffen werden, in der Versuchsobjekte von maximal 300 x 400 cm Größe einem bis zu 10 Sekunden anhaltenden, plötzlich aufgebrachten Druck ausgesetzt werden können. Die Größe des Druckes soll ebenso wie die Druckdauer regelbar und bis zu 10 atü = 100 t/m<sup>2</sup> zu steigern sein.

### 3.2 Beschreibung der Versuchsanlage

Die Mitglieder des Arbeitskreises befuhren die Versuchsgrube "Tremonia" in Dortmund und besprachen an Ort und Stelle sowie unter Zuhilfenahme von Karten die Möglichkeiten zum Ausbau einer unterirdischen Versuchsstrecke. In der vorhandenen Anlage gehen von einem Schacht mit Material- und Personen-

förderung mehrere Stollen aus. Eine für die vorgesehenen Sprengversuche geeignete Strecke befindet sich auf der II. Sohle etwa 275 m unter Tage. Ein 60-adriges Meßkabel führt aus der Grube zu einem Meßlabor über Tage, von dem aus die Versuche gesteuert und beobachtet werden.

Die vorhandene, in Tonschiefer vorgetriebene Strecke von einigen hundert Meter Länge ist im augenblicklichen Ausbauzustand nach 40 m durch ein Dammbauwerk abgeschlossen. Sie hat einen Dreieckquerschnitt von etwa  $3 \text{ m}^2$  Größe; der Querschnitt müßte wesentlich vergrößert werden auf ein Profil, das von der Größe des Versuchsobjekte abhängt.

Unter Berücksichtigung der unter 3.1 angeführten Anforderungen, der Wünsche des Arbeitskreises sowie der örtlichen Gegebenheiten stellten die Verfasser den in Abb. 6 dargestellten Entwurf der Versuchsanlage auf:

Um eine echte Stoßwelle zu erhalten, muß die mit einem explosivem Gasgemisch zu füllende "Sprengkammer" eine gewisse Mindestlänge haben. Diese erforderliche Mindestlänge wird nach Schätzungen von Herrn Professor Dr.-Ing. Schardin etwa bei 60 bis 100 m liegen; sie kann erst nach Modellversuchen oder weiteren theoretischen Untersuchungen angegeben werden. Die Entwurfszeichnung läßt die Länge der Sprengkammer zunächst offen ( $L_1 = 60,0 \text{ m}$ ;  $L_2 = 80,0 \text{ m}$ ;  $L_3 = 100,0 \text{ m}$ ).

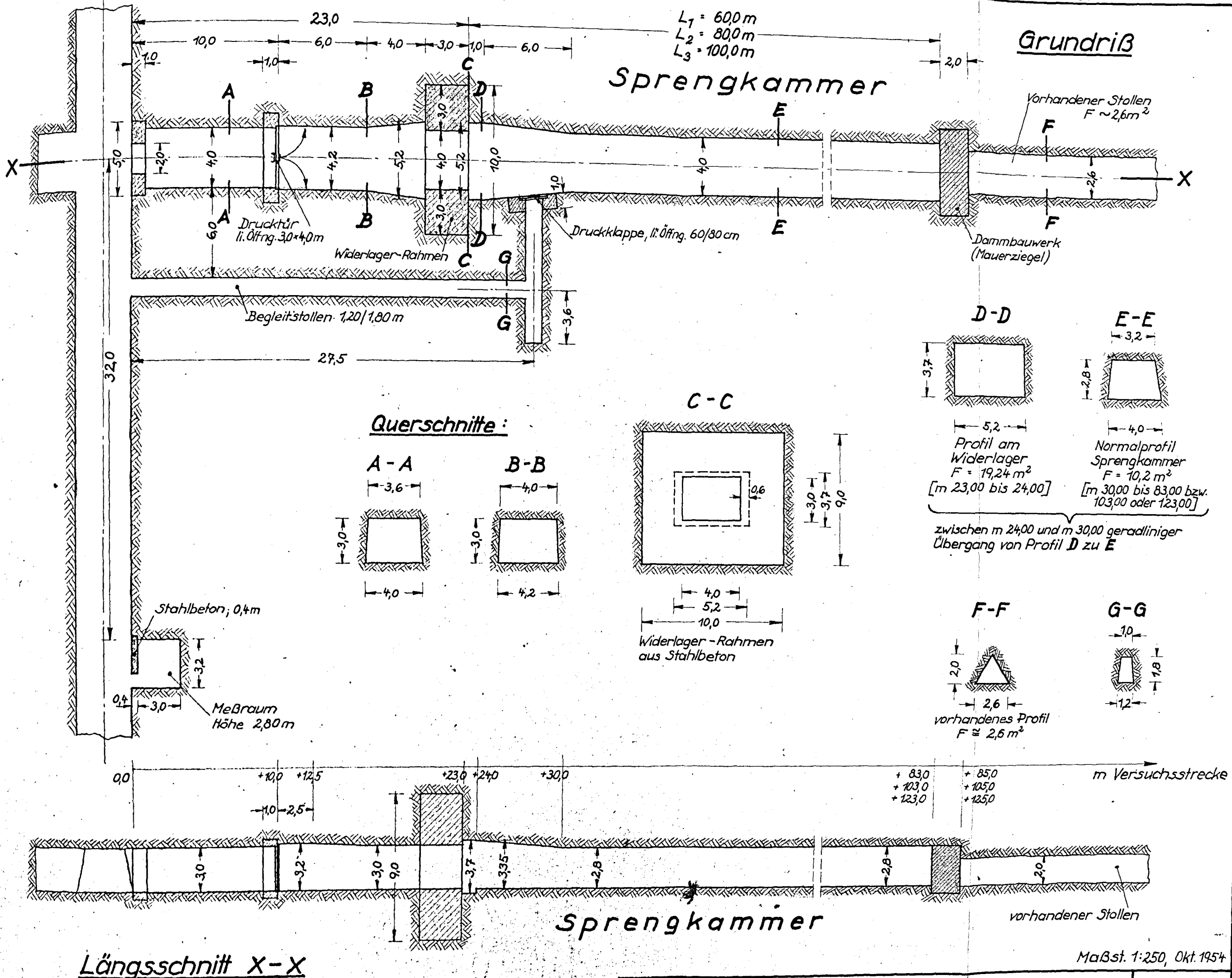
Bei bisherigen Schlagwetter-Explosionsversuchen wurde in der Versuchsgrube ein Methan-Luftgemisch gezündet; zur Erzielung der für die geplanten Versuche gewünschten höheren Drücke müßten gewisse Kunstgriffe angewandt werden, wie z.B. Vor-komprimierung der Explosionsgase, Einbringen von Zwischenwänden in die Sprengkammer sowie Zumischung von Sauerstoff oder Kohlenstaub. Nach dem Ausbau der Versuchsstrecke müßten Versuchsdetonationen mit verschiedenen Gasgemischen durchgeführt werden, um sich allmählich an die gewünschten Detonationsgrößen heranzuarbeiten. Die Größe des Druckstoßes der Explosionen wird sich jedoch nicht sehr genau vorherbestimmen lassen; die Detonationen können lediglich in gewissen Grenzen dosiert werden. Aussagen über den Druckverlauf können erst nach dem Versuch gemacht werden.

Zur Sicherung des Stollens muß der Sprengkammer eine Vorkammer von etwa 20 m Länge vorgelagert werden (s. Abb. 6). Diese Vorkammer soll durch eine Drucktür unterteilt und zum Stollen durch ein Dammbauwerk mit einer Öffnung vom halben Querschnitt der Vorkammer abgeschlossen sein. Weiter ist gegenüber dieser Öffnung im Stollen ein Pufferraum von etwa 3 m Länge anzuordnen. Die Versuchsobjekte werden in einem als starres Widerlager wirkenden kräftigen Stahlbeton-Rahmen von ca. 3,0 m Dicke eingebaut.

Um kurz vor dem Versuch und nach der Explosion die Möglichkeit einer Beobachtung der Versuchsstücke auch auf der dem Explosionsherd zugewandten Seite zu haben, ist ein Begleitstollen in etwa 6 m Entfernung parallel zu Vor- und Sprengkammer vorzutreiben. Nach bergpolizeilichen Vorschriften ist als Mindestquerschnitt eines solchen Begleitstollens 120 x 180 cm anzunehmen. Die Mündung des Begleitstollens in der Sprengkammer ist mit einer 15 atü-Druckklappe 60 x 80 cm zu verschließen; zur Sicherheit wird auch im Begleitstollen gegenüber der Druckklappe ein Pufferraum von etwa 3 m Länge angeordnet.

Zur Schaffung definierter Verhältnisse soll der Stollenquerschnitt möglichst sauber ausgeschossen sein, und zwar je nach den geologischen Verhältnissen ein Trapez- oder Rechteckquerschnitt von etwa 10 m<sup>2</sup> Größe. Um den Stollen nicht unnötig groß auszubringen, wird die Sprengkammer am Widerlager trompetenartig erweitert (Erweiterung etwa 8°). Nach den Erfahrungen der Versuchsgrubengesellschaft hat sich eine Auskleidung der Sprengkammer mit Beton als ungünstig erwiesen, da der Beton bald durch Gebirgsbewegungen, Temperatureinflüsse, wechselnde Feuchtigkeit und Explosionen zerstört würde.

In der Nähe der Versuchsstrecke muß ein Meßraum angeordnet werden, in dem Verstärker und automatische Hochfrequenz-Meßgeräte geschützt aufgestellt werden können. Dieser Meßraum muß soweit von der Sprengkammer entfernt sein, daß die durch das Gestein übertragenen Erschütterungen die Registriergeräte zur Zeit der Detonation nicht störend beeinflussen. Damit im Augenblick der Sprengung kein Mensch in der Grube ist, werden die Geräte von dem über Tage liegenden Meßlabor fern-



Fachausschuß  
 Bautechnischer  
 Luftschutz

**Versuchsstrecke für Sprengversuche**  
 Versuchsstrecke Tremonia, Dortmund, III. Sohle

Abb. 6

Maßst. 1:250, Okt. 1954



gesteuert. Wie auch aus Abb. 6 hervorgeht, ist der Meßraum etwa 32 m von der Achse der Versuchsstrecke entfernt; der Raum hat eine Grundfläche von etwa  $3,0 \times 3,2 = 9,6 \text{ m}^2$ .

Nach vorläufiger grober Schätzung wird der bergbauliche Anteil der Ausbaukosten der vorgesehenen Versuchsanlage etwa 50.000.-- DM betragen. Die Materialkosten für eine Sprengung (ohne die mit den erforderlichen Messungen verbundenen Kosten) betragen etwa 500 bis 600.-- DM.

#### 4. Zusammenfassung

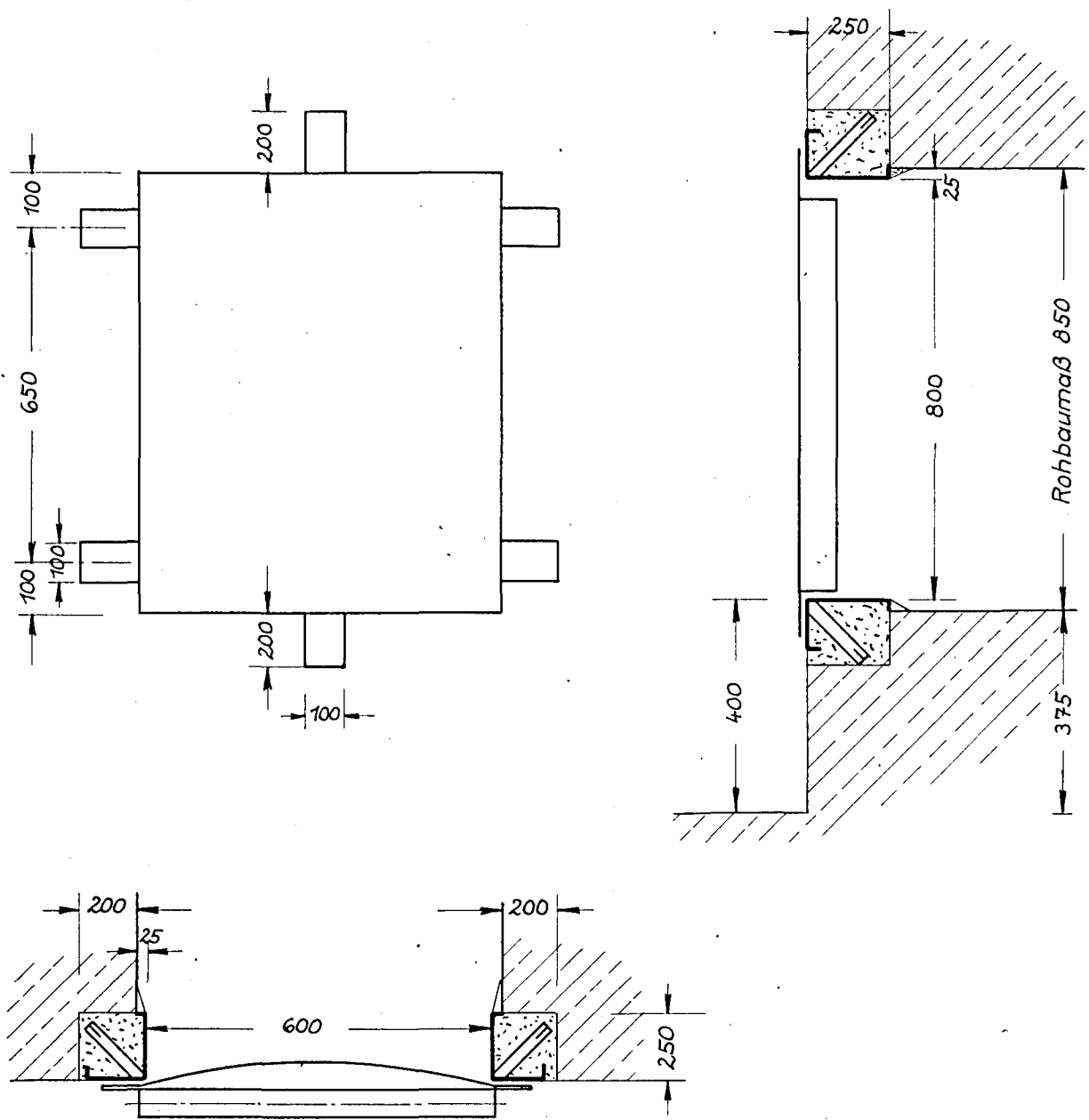
Im vorliegenden Bericht sind fünf drucksichere Abschlüsse für Schutzbauten von unterschiedlicher Bauart und Größe aufgeführt, die unter Berücksichtigung der im Bergbau bei explosionsdrucksicheren Brandtüren gemachten Erfahrungen konstruiert worden sind. Den Konstruktionszeichnungen und Beschreibungen sind statische Berechnungen beigelegt, die als Überschlagerrechnungen Grundlagen zur Bemessung der einzelnen Konstruktionsteile darstellen.

Über die Brauchbarkeit der in langer Kleinarbeit entwickelten Drucktüren kann die Arbeitsgruppe kein abschließendes Gutachten ausstellen, solange nicht durch praktische Explosionsversuche die Richtigkeit der getroffenen Annahmen bestätigt ist.

Solche Explosionsversuche mit kurzzeitig wirkenden Drücken wurden bisher von der Versuchsgrube "Tremonia" in Dortmund durchgeführt; es lag daher nahe, die in dieser Grube vorhandenen Einrichtungen so auszubauen, daß die vorgesehenen und unbedingt erforderlichen Explosionsversuche an Drucktüren mit langandauernden Drücken bis zu 10 atü hier durchgeführt werden können. Im 3. Absatz dieses Berichtes ist der Entwurf einer Versuchsstrecke für Explosionsversuche beschrieben und dargestellt.

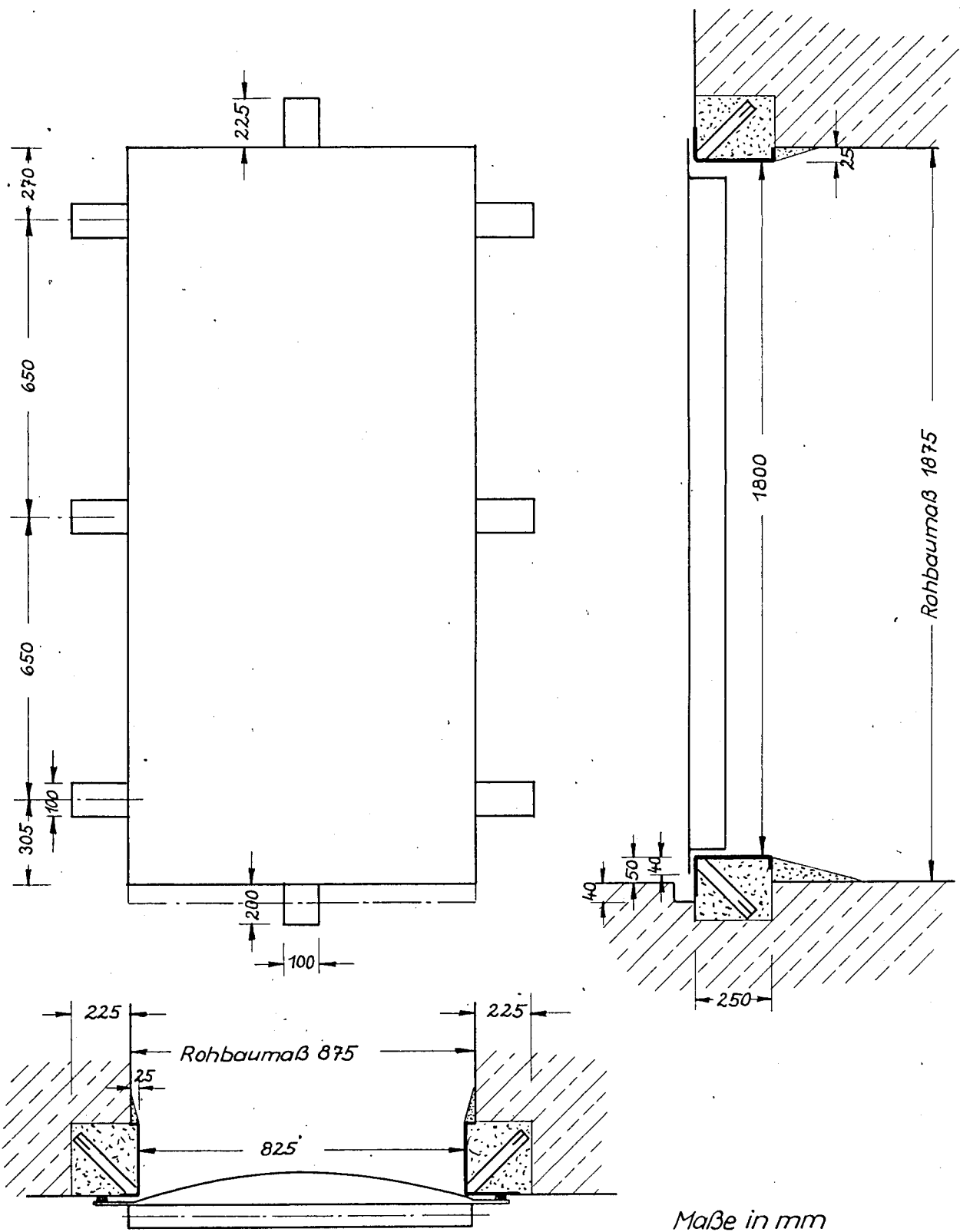
Da im Augenblick bereits Schutzbauten gebaut werden, die mit Drucktüren auszurüsten sind, solche Drucktüren aber noch nicht geprüft, geschweige denn zugelassen sind, wird der Baufortschritt durch das Fehlen verbindlicher Angaben über die voraussichtliche Konstruktion der zukünftigen Türen.

Die Firma Mannesmann-Stahlblechbau , Solingen-Ohligs regte aus diesem Grunde an, zur Vermeidung später notwendiger und unter Umständen schwieriger und kostspieliger Stemmarbeiten die Anordnung der Anker unbeschadet eventueller Konstruktionsänderungen schon jetzt festzulegen. Die eingereichten Vorschläge von Ankerplänen für Drucktüren vom Lichtmaß 60x80 cm und 82,5 x 180 cm sind als Abb. 7 und 8 diesem Bericht beigefügt; sie werden für sehr zweckmäßig gehalten und nach Befragung des Fachausschusses am 8. Juni 1955 auch von diesem zur Aufnahme in die "Richtlinien für Abschlüsse von Schutzraumbauten" empfohlen.



Maße in mm

Anmerkung: Auch verwendbar für feuerbeständige Abschlüsse für Brandwanddurchbrüche und Notausgänge, sowie gasdichte Innenblenden.  
Lichtmaß 60 × 80 cm.



Anmerkung: Auch verwendbar für feuerbeständige und gasdichte Schutzraumtüren. Lichtmaß 82,5 × 180 cm